



EESTI MAAÜLIKOOL
Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

Kristina Kabitova

**RABAPINNASE KOORMUSTALUVUS RÄÄTSADEGA JA
TAVALISE TALLAMISE KORRAL**

**CARRYING CAPACITY OF BOG SURFACE BY TRAMPILING
WITH BOGSHOES AND ON FOOT**

Bakalaureusetöö

Vee ja maismaa ökosüsteemide rakendusbioloogia

Juhendaja: Lektor Marika Kose, *MSc*

Tartu 2018

SISSUKORD

SISSEJUHATUS.....	6
ABSTRACT	8
1. TEOREETILINE ÜLEVAADE	10
1.1. Soo mõiste ja teke.....	10
1.2. Mikrovormid	13
1.3. Soode levik.....	13
1.4. Loodusväärtused.....	14
1.5. Aja veetmine soos	16
1.6. Räätsamatk	16
2. UURINGUTE OSA.....	18
2.1. Materjali kogumise viis	18
2.2. Uuritav ala	18
2.3. Taimkatte jalgsi tallamise mõju määratlemise metoodika	19
3. TULEMUSED.....	21
3.1. Raja laius erineva tallamise korral	21
4. ARUTELU	25
KOKKUVÕTE.....	27
KASUTATUD KIRJANDUS	28
SUMMARY	30

Eesti Maaülikool		Bakalaureusetöö lühikokkuvõte	
Kreutzwaldi 1, Tartu 51014			
Autor: Kristina Kabitova		Õppekava: Vee ja maismaa ökosüsteemide rakendusbioloogia	
Pealkiri: Rabapinnase koormustaluvus räätsadega ja tavalise tallamise korral			
Lehekülgi: 28	Jooniseid: 9	Tabeleid: 1	Lisasid: 0
Osakond: Elurikkuse ja loodusturismi Uurimisvaldkond: Hüdrobioloogia, merebioloogia, veeökoloogia, limnoloogia, B260 Juhendaja(d): Marika Kose Kaitsmiskoht ja aasta: Tartu, 2018			
<p>Käesolev töö annab ülevaate soode kujunemisest, levikust, loodusväärtusest ja aja veermisest soos. Töö peamiseks uuringuobjektiks on Kullisoo raba ning rabapinnale avalduva rekreatsioonikoormuse mõju uurimine. Põhitähelepanu oli suunatud raba erinevate piirkondade taimkatte hävimise ja antropogeense koormuse mõjul (räätsadega ja jalgsi tallates) uuritavate alade laiuse muutumise analüüsile. Katse eesmärgiiks on võrrelda räätsadega tallamise ja jalgsi tallamise mõju rabapinnasele ning uurida raja laiust.</p> <p>Töö hüpotees: räätsadega tallamine avaldab soopinnale samasugust mõju kui jalgsi tallamine, leidis kinnitust, enamuse kooslustes oli räätsadega tallamisel tekkinud rada kuni 20 cm laiem, kui jalgsi tallatud rada. Tallamise mõju oli suurem märjemates kooslustes.</p>			
Märksõnad: rabamatk, rääts, jalgsi, rabapind, koormustaluvus			

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Abstract of Bachelor's Thesis	
Author: Kristina Kabitova		Specialty: Applied Biology of Aquatic and Terrestrial Ecosystems	
Title: Carrying capacity of bog surface by trampiling with bogshoes and on foot			
Pages: 28	Figures: 9	Tables: 1	Appendixes: 0
Department: Biodiversity and Nature Tourism Field of research: Hydrobiology, aquatic ecology, limnology Supervisors: Marika Kose Place and date: Tartu, 2018			
<p>This work gives an overview of the formation, expansion, value of nature and timing in the formation of bogs. The main research object of the work is to study Kullisoo bog and the impact of the recreational load on the bog surface. The main attention was paid to the analysis of the change in the width of the trampled areas, affected by the destruction of the vegetation and the impact of anthropogenic stress (stamping by bogshoes and on foot) in different vegetation types of the bog.</p> <p>The hypothesis: bogshoes have the same effect on bog surface as regular trampiling was confirmed in this work, as in all habitats the trail left by bogshoes was at least 20 cm wider than the trail left by regular trampiling. Trampling effect was stronger in wetter habitats.</p>			
Keywords: Bogshoeing, foot, mires, bog, trampiling			

**Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks
ning juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta**

Mina, Kristina Kabitova, (15.03.1995)

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud lõputöö
Rabapinnase koormustaluvus räatsadega ja tavalise tallamise korral mille juhendaja on Marika
Kose,

- 1.1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,
- 1.2. digiarhiivi DSpace lisamiseks ja
- 1.3. veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega
isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor

allkiri

Tartu, *Kuupäeva sisestamiseks klõpsake siin.*

Juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Luban lõputöö kaitsmisele.

(juhendaja nimi ja allkiri)

(kuupäev)

SISSEJUHATUS

Soo on unikaalse floora ja faunaga ökosüsteem, millised on enamasti hävinud inimese tegevuse läbi ja kohtab harva Lääne-Euroopa riikides. Eesti on oma soode ja soostunud aladega, mis katavad üle 22 % riigi territooriumist - teisel kohal pärast Soomet.

Viimasel ajal on eesti sood muutunud populaarseteks rekreatsiooniks ja loodusturismiks sobivateks turismiobjektideks. Üheks võimaluseks rabas laugaste vahel liikumiseks on räätsad. Samuti külastatakse raba intensiivselt augustikuust oktoobrikuuni, kui on jõhvikate korjamise hooaeg. Eriti sügishooajal laudteedeta rabades käimine põhjustab sügavaid laiuradasid, mis riivavad silma ning kahjustavad rabataimestikku.

Rekreatsiooni ohjeldamine tagamine on praeguseks muutunud aktuaalseks ülesandeks. 2015.aastal toimunud Korolkova uurimusest on teada, et kõige rohkem kannatavad ökoturismi tõttu avamaastikel pesitsevad linnud, seega ökoloogiline turismil on pesitsemisperioodil ka linnustikule negatiivne mõju.

Lisaks rabakoosluste rekreatsioonile vastupidavuse uurimusele [Королькова, 2015; Королькова, Шкурко, 2016] oli kindlaks tehtud metsa taimekooslustes olevate radade vastupidavuse määr – 500 külastajat aastas (heakorrastust arvesse võtmata).

Samuti on olemas uuringud sammaltaimede vastupidavuse kohta rekreatsioonile; uuriti radadele olulise tähtsusega 35 sammaltaime liiki. Rajad tallati erineva koormusastmega Virginia osariigis (USA) Mägijärve lähedal. Uuringus hinnati sammaltaimede vastupanu rekreatsioonile ja regeneratiivseid omadusi (Studlar 1980).

Minu töö oli Kullisoo rabas korraldatud tallamiskatse raames rabapinnale avalduva rekreatsioonikoormuse mõju uurimine. Katse eesmärgiiks on võrrelda räätsadega tallamise ja jalgsi tallamise mõju rabapinnasele ning uurida raja laiust. Põhitähelepanu oli suunatud raba erinevate piirkondade taimkatte hävimise ja antropogeense koormuse mõjul (räätsadega ja jalgsi tallates) tallamisradade laiuse muutumise analüüsile.

Töö metoodika seisnes sügiseses (augusti lõpus – septembris) taimestiku maha tallamises raba erinevates rabakooslustes: puisrabas, rohurabas ja nende kahe vahepealses koosluses.

Igas koosluses tallati räätsadega ja jalgsi 24 rada (transekt), iga rada pikkusega 30 m. Koormuse kordsed olid 8, 16 ja 32. Antropogeense mõju määramine toimus visuaalselt - tekkinud tallamisradadel tallamisraja visuaalselt hinnatud laiuse põhjal.

Oma töös sõnastasin hüpoteesi, et:

1. Räätsadega rabas liikumine kahjustab raba pinnast vähemalt sama palju kui jalgsi liikumine.
2. Märjemates kohtades ja älverabas on tallamisjäljed laiemad kui kuivemates kooslustes

Antud uurimistöö annab ülevaate eesti soode, nende taimekoosluste ja pinnamoe kohta, soode loodusliku väärtuse kohta. Samuti kirjeldatakse töös vajadust korrastada rabade külastamist ja põhjendatakse kaitsemeetmete vajalikkust.

ABSTRACT

Bog is a unique flora and fauna ecosystem that is rarely encountered in the western European countries. Estonia is the second with its bogs and wetlands, which cover more than 22% of the country's territory.

Recently, Estonian bogs have become popular tourist attractions for recreation and nature tourism. One of the possible ways to travel between bogs is to wear best shoes. Bogs are intensively visited from August until October, when there is a cranberry picking season. Walking in autumn through bogs, which do not have plank roads, is especially harmful for bogs as it causes deep, wide trails that strike the eye and damage bog fauna. Restraining recreation today has become a topical task.

A study conducted by Korolkova in 2015 revealed that the most affected by the ecotourism are birds who nest in open spaces, therefore, the ecotourism also has a negative impact on birds in the bird nesting season.

In addition to the resilience study of the bog communities recreation [Королькова, 2015; Королькова, Шкурко, 2016], the resistance rate of the trails in forest plant communities was determined – 500 visitors a year (without taking into account the bog maintenance).

There are also studies on the resistance of moss plants to recreation; 35 types of mosses important for trails were studied. Trails were stamped out at a different rate of load in the state of Virginia (USA) near Mountain Lake. The study evaluated the resistance of mosses to recovery and regenerative properties (Studlar 1980).

The author's work was the investigation of the impact of the recreational load on the surface of Kullisoo bog, carried out within the stamping test. The purpose of the test was to compare the effect of stamping in bast shoes and walking across the bog surface on foot and to study the width of trail. The main focus was on the analysis of the change in the width of the stamping trails in the vegetation cover of different areas of the bog and the effect of anthropogenic loading (walking in bast shoes and on foot).

The methodology of the work consisted in stamping out the vegetation in autumn (late August – September) in various bog communities: raised moss, valley bog and the intermediate community of the two.

In each community, 24 trails (transects) were stamped out with bast shoes and on foot, each trail was 30 meters long. Load ratios were 8, 16 and 32. The determination of anthropogenic effect was made visually – based on the visually-estimated width of the stamped trails that were formed.

In the research, the author formulated a hypothesis that:

1. Walking in bast shoes damages the bog surface at least in the same way as walking on foot.
2. Trails in wetter lands and in raised moss with bogs are wider than in drier communities.

This research gives an overview of the Estonian bogs, their plant communities and surface land, the natural value of the bogs. The work also provides a description of the need to organize visits to bogs and justifies the need for measures of protection.

1. TEOREETILINE ÜLEVAADE

1.1. Soo mõiste ja teke

Soo on unikaalne ökosüsteem liigniiskete aladega ja iseloomuliku sootaimestikuga (turbasammal), mis on kohandunud liigniiskuse, hapniku ja toiteainete vähesusega pinnases (Boch , Massing 1979). Turbakihi paksus ületab tavaliselt 30 cm. Turbakihi kasv erinevat tüüpi soodes toimub katkematult (Paal, Leibak, 2013).

Soode tekkeks on vajalikud mõningad tähtsad looduslikud tingimused. Neist üheks on jahe ja niiske ilmastik, kus sademete hulk ületab aurustumise, tagades sel viisil pinnase pideva niiskuse. Sood on levinud paraskliimavöötmes, millele on iseloomulik suur sademete hulk (Liiber, Mander 2014).

Ajavahemikul 1981. aastast 2010.aastani oli Eestis aasta keskmine sademete hulk 672 mm. Ligi 70 % sademetest langeb soojale perioodile (juunist oktoobrini). Põhja- ja Kesk-Eesti on küllaldase niiskusega tsoonid, läänepool on sademeid vähem. Eestile on aastaringselt iseloomulik kõrge õhuniiskuse näitaja: ligi 84 % külmal ajal ja 66 % aasta soojal perioodil. Kõik need tegurid on soodsateks tingimusteks soode tekkeks (Riigi Ilmateenistus).

Soode tekke teise tingimusena on tähtis roll maastiku reljeefil. Just pinnamoe eripära võib saada liigniiskuse põhjustajaks. Lohkude olemasolu madala drenaažiga või aeglase äravooluga tasastel aladel soodustab vee (sademete ja põhjavee) kogunemist, mis loob soodsad tingimused soostumiseks (Liiber, Mander 2014). Pinnase omadused võivad samuti avaldada mõju vee seiskumisele (infiltratsioonile) maapinnal, kui aluseks on tihked veekindlad substraadid (savid) ning samuti leetmullad vett mitteläbilaskvate lubjakivi kihtidega. (Paal, Leibak, 2013).

Soode tekke põhiteguriks Eestis on mineraalse pinnase soostumine ja veekogude kinnikasvamine (Valk 2005). Umbkaudu 60 % Eesti soodest on tekkinud maismaa soostumisest, ülejäänud 40 % soodest on järve- või rannaäärse päritoluga (Paal, Leibak, 2013).

Veekogude kinnikasvamine toimub enamasti pinnase mineraalsete ja orgaaniliste osakeste kandumisega veekogusse. Mineraalsete ja orgaaniliste osakeste kuhjumise tõttu madaldub veekogu veetase, mis omakorda soodustab veekogus kasvavate ja põhjaveest toituvate taimede väljasuremist ja ladestumist (Boch , Massing 1979).

Katkematu turba moodustumise tõttu madaldunud veekogus väheneb toitainete hulk ja hakkab kasvama niiskuslembene taimeistik: osjad, tarn, pärislehtsamblad. Seetõttu halveneb taimede toitumine, mille tulemusena vahetub taimkate. Soo arengus hakkab toimuma järgnev teine etapp – madalsoo muutub siirdesooks (Boch, Massing 1979).

Soode tüübid erinevad omavahel vee-mineraalainete toitelisuse, taimkatte koosseisu, turbalasundi struktuuri poolest. Soostumise protsessi eripäradest sõltuvalt jaotatakse sood madalsoodeks, siirdesoodeks ja rabadeks (Liiber, Mander 2014).

Madalsood on rabade moodustumise esimene faas. Sellised sood tekivad pinnamoe nõgudes, toitumus on põhiliselt põhjaveest (Boch, Massing 1979). Osaliselt toimub toitumus jõgede kevadiste suurvete s.t. tulvavete arvel (Kimmel 2015), mida loetakse luhtade vee- ja mineraalainetega toitumuseks. Nimetatud soodes on põhjavee küllaldase mineraalsete soolade sisalduse tõttu rikkalikult taimeliike ja mitmekesiseid taimkatte kooslusi (Bukvareva 2010).

Siirdesood kujutavad endast madalsoode üleminekustaadiumi rabaks. Nimetatud soo tüüp on segatoitumusega: sademed ja põhjavesi, milles sademete osakaal kasvab (Kimmel 2015).

Tavaliselt paiknevad pinnamoe erinevatel reljeefidel veelahkmete vahelistelt kõrgendikest madala reljeefini. Taimkate koosneb nii rabades kui ka siirdesoodes kasvavatest taimedest. (Liiber, Mander 2014).

Soo arengu viimaseks staadiumiks on **kõrgsoo** ehk **raba**. Toitumus on ainult sademete arvelt, milles puuduvad mineraalained. (Kimmel 2015). Nimetatud soos on substraat äärmiselt kehv ja kurnatud lämmastiku puudumise tõttu (Boch, Massing 1979). Taimeistiku osas valitsevad turbasamblad, mis moodustavad raba struktuuri ja koetise, moodustades kummumisi raba keskosas. Kummumised võivad olla laugjad või punjad. Selliste rabade mikromaastik on vahelduv lohkude ja korrapäratute rabapeenarde või mätaste näol. Sõltuvalt lohkude taimekoosluste tüübist esinevad älved ja laukad (Liiber, Mander 2014).

Tabelis 1. on võimalik vaadelda soode põhitüpe morfoloogiliste tunnuste ja arengustaadiumi järgi.

Tabel 1. Soode põhitüüpide võrdlus Masingu ja Liivia Laasimeri järgi (Liiber, Mander 2014).

	Madalsoo	Siirdesoo	Raba
Veerežiim ja sellest tulenev toitumus(troofsus)	Sademed, põhja, pinna- ja tulvaveed; rohketoitelisus (eutroofsus)	Sademed, nõrgem põhja- ja tulvavete osas; segatoitumus, kesktoitelisus (mesotroofsus)	Ainult sademed; vähetoitelisus (oligotroofsus)
Pinnareljeef	Tasane või nõgus	Tasane	Kumer
Mikroreljeef	Tasane või rohumätastega	Kõrgete sambla- ja villpeamätastega	Vahelduv; mättad, peenrad, älved
Puurinne	Sookask, kohati sanglepp ja teised, harva mänd	Sookask ja mänd (teisi pole)	Ainult mänd, harva sookask
Põõsarinne	Madal kask, porss, pajud, paakspuu	Harva madal kask, porss (Lääne-Eestis)	-
Puhmarinne	-	Jõhvikas, mätastel kõik rabataimed	Kanarbik, sookail, sinikas, kukemari, küüvits, jõhvikas
Rohurinne	Liigirohke (angervaksa jt. rohunditega) või liigivaene	Lohkudes madalsootaimed, mätastel rabataimed; sage soopihl, ubaleht	Liigivaene: tuppvillpea, murakas, rabakas
Samblarinne	Valdavalt nn. pruunsamblad (pärislehtsamblad	Mitmekesine, mätastel turbasamblad	Valdavalt turbasamblad
Turvas	Valdavalt puitu Sisaldavad	Valdavalt tarna- ja turbasamblaturvas.	Ainult turbasamblaturvas

1.2. Mikrovormid

Iga maastik koosneb bioloogilistest ja geoloogilistest kompleksidest, mis on aja jooksul võimelised muutuma. (Paal, Leibak, 2013). Soo hüdroloogilise režiimi mikrovorme eristatakse mitte ainult taimkatte, vaid ka soo pinnamoe järgi. Selline klassifikatsioon kehtib vaid rabadele, kus esineb erinevaid mikromaastikud (Liiber, Mander 2014).

Rabade mikroreljeef on omapärane: lohkude ja ebakorrapäraste kummumistega peenarde ja mätastega. Mättad on korrapäratu vormiga, esineb nii väikseid kui suuri (Liiber, Mander 2014), omavahel kokku kasvades moodustavad mättad peenraid (Paal, Leibak, 2013).

Peenrad on veninud pikkusesse ning on tihtipeale käänulised. (Liiber, Mander 2014). Peenarde vahel on lohud, mis on sügavad ja ulatusliku kujuga. (Paal, Leibak, 2013). Nõrga drenaaži tõttu, mis maksimaalselt on vaid 6 m koguneb lohkudesse vesi (Liiber, Mander 2014).

Kooslusest ja selle vanusest sõltuvalt moodustuvad esmalt älved või mis arenevad laugasteks. Lohkusid, milles on ülekaalus turbasamblad, nimetatakse älveteks (Liiber, Mander 2014). Raba kasvades osa älveid võib muutuda veekoguks, s.t rabast koguneb vesi laugastesse ja võib edasi voolata ka ojadesse (Paal, Leibak, 2013).

1.3. Soode levik

Maailmas on sood levinud põhjapoolkeral 45° ja 68° vahel okas- ja segametsade piirkonnas (Zelenkevitši jt 2016: 110): Lääne-Siberist Kesk-Venemaa põhjaregioonideni, Soome kesk- ja lõunaosas, Skandinaavia lõunaosas, Läänemere riikides ja Põhja-Saksamaalt Inglismaani, kus on soodsad tingimused soostumiseks – jahe ja niiske õhk (Valk 2005).

Suurimad soostunud alad Eestis on kontsentreerunud Peipsiääre põhjaosa alamikku, samuti Kagu-Eestisse. Võrtsjärve ümbruses ja Peipsiääre keskosa alamikul on enamalt jaolt rabad ja

siirdesood. Soomassiive on peaaegu terves Eestis: Ida-Virumaal, Pärnumaal, Läänemaal, Viljandimaa kirdeosas, samuti Harjumaal ja Põlvamaa idaosas. Soid leidub harvemini saartel, Valgamaal ja Võrumaa lõunaosas (Valk 2005).

Eestis on palju soid, oma territooriumi soostumise poolest on Eesti maailmas Soome järel teisel kohal (Liiber, Mander 2014). Üle 22,3 % ehk 1 009 101 ha territooriumist moodustavad soostunud alad. Ent 2010. aastal toimunud vee- ja soolade inventariseerimise käigus selgus, et soode osakaal on Eestis vaid 5,5 % ehk 240 000 ha. Ülejäänud 17 % moodustavad turbatekke võime kaotanud kuivendatud pinnasel asuvad metsad, põllud ja turvasmuldadel rohumaad (Looduslik mitmekesisus 2014).

Ülemöödunud sajandil alanud ja möödunud sajandil eriliselt hoogu võtnud soode kuivendamise protsesside tõttu on soode pindala kordades vähenenud ja moodustab ligi 5 % maismaast (Eestima Looduse Fond).

1.4. Loodusväärtused

Soolad on maastiku hinnalisim liik, pakkudes ühiskonnale mitmesuguseid ökoloogilisi teenuseid, nagu süsiniku ringlus, ilmastu reguleerimine (Eestimaa Looduse Fond). Soodel on oluline osa ökosüsteemis, olles magevee looduslikuks reservuaariks sisaldades kuni 90 % puhast vett (Kimmel 2015).

Kahtlemata võib kinnitada, et sood on süsiniku loomulikuks hoidlaks ja akumulaatoriks maapealsetes ökosüsteemides, sidudes kuni 230 kg süsinikku pindala hektari kohta. See on kaks korda suurem metsade võimekusest (Eesti Märgalade Ühing). Sood on liigvee aeglase drenaaži tingimustes taimkatte lagunemise orgaanilisest ainest moodustuva turba tekkekohaks (Valk 2005). Tänu turbasamblale territooriumil säilib veekogude ja jõgede veetase, vee keemiline koostis ja mikrokliima (Bukvareva 2010).

Sood on paljude lindude ja putukate asupaigaks. Kõige rohkem on soostunud aladel elunevaid putukaid – kuni 1600 putukaliiki (Kimmel 2015) ning üle 300 ämblikuliigi (Keskkonnaministeerium 2015).

Linde võib Soodes kohata kuni 200 liiki. Ent linnuliikide koosseis sõltub kliimavöötmest, milles paikneb soo (Kumari 1965). Siiski, regulaarselt soodes pesitsevaid linde võib kohata äärmiselt harva. Enamasti on soo toidulauks pesitsemise või ülelennu ajal (Boch, Massing 1979). Kuna soodes ei ole puid, mis oleksid lindudele varjupaigaks, siis esinevad seal avatud maastikke eelistavad linnuliigid (Boch, Massing 1979). On teada, et eesti soodes võib kohata umbes 26 ohustatud ja kaitsealust linnuliiki (Keskkonnamenisteerium 2015).

Rabadele iseloomulikud linnuliigid on: rüüt (*Pluvialis apricaria*), hallõgija (*Lanius excubitor*), rabapüü (*Lagopus lagopus*), väikekoovitaja (*Numenius phaeopus*), punakurk-kaur (*Gavia stellata*), rabapistrik (*Falco peregrinus*) (Kumari 1965).

Soode taimeistik on väga mitmekesine sealsete mitmekesiste ökoloogiliste tingimuste tõttu. Sood on elupaigaks sadadele taimeliikidele, millest looduskaitsealuseid I kaitsekategoorias. Enamasti kasvab soodes niiskuslembene taimeistik, mis on kohanenud pinnase liigniiskuse ja hapnikuvaegusega (Boch, Massing 1979).

Kõige liigirikkamad on madalsood, kus võib kohata ligikaudu 230 taimeliiki, siirdesoodes 103 taimeliiki ning ainult 45 taimeliiki kasvab rabades (Keskkonnamenisteerium 2015).

Teada on, et floora koosisu kuulub 153 samblaliiki ja 280 vaskulaar- ehk soontaime (Kimmel 2015).

Sood on inimese jaoks olulised ja väärtuslikud, sest on mitmete väärtuslike ravim – ja söödavate taimede kasvualadeks, näiteks: murakas: (*Rubus chamaemorus*), sinikas (*Vaccinium uliginosum*), jõhvikas (*Oxycoccus microcarpus*). Ravimtaimedest kasvab sookail (*Ledum palustre*) (Boch, Massing 1979). Euroopa piires on eriliselt hinnatud sootaim Saaremaa robirohi (*Rhinanthus oesilensis*), kollane kivirik (*Saxifraga hirculus*), eesti soojumikas (*Saussurea alpina* subsp. *Esthonica*), harilik valvik (*Leucobryum glaucum*) (Kimmel 2015).

Peamine marjataim Eesti soodes on jõhvikas. Juba 1970.aastal toimus Nigula Looduskaitseala osavõtul jõhvikate inventariseerimine ning määrati kindlaks jõhvikate saagikus. Seitsekümmend sood, kogupindalaga 25 750 ha, andsid jõhvikate saagikuseks üle 50 kg hektari kohta (Paal, Leibak, 2013).

1.5. Aja veetmine soos

Kahtlemata on Eesti sood populaarseteks rekreatsiooni- ja ökoloogilise turismi objektideks pakkudes meelelahutuslikku kultuurilis-esteetilist puhkust. Paljud turismikeskused ja portaalid pakuvad erinevaid marsruute rahvusparkide territooriumidel laudteedega kaetud ja vaatetornidega varustatud sooradadel (Visit Estonia).

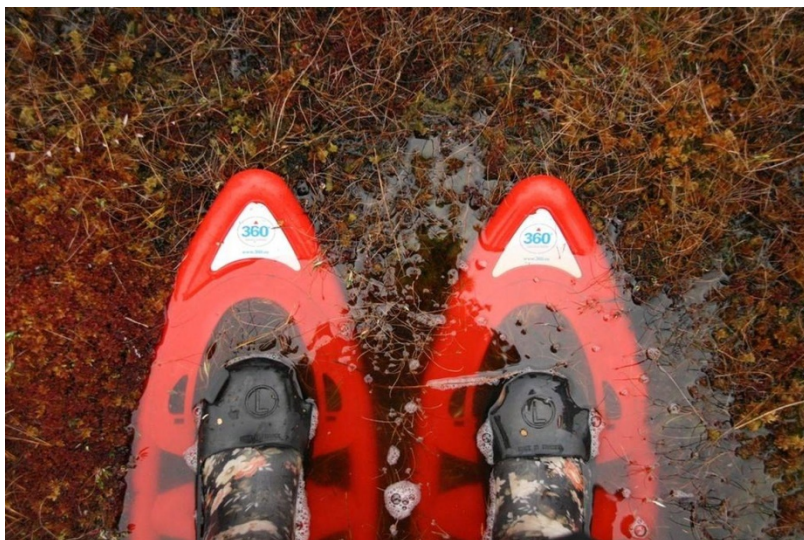
RMK hinnangul 2009. - 2011. aastail oli hooaja kestel külastajaid ligi 2 000 000 inimest (Eesti Märgalade Ühing). Enimkülastatud objektiks on õpperada Viru rabas, mille eesmärgiks on inimestele rabade, Eestis levinud unikaalse rabamaastiku ja paikkonnale iseloomuliku taimestiku tutvustamine (Riigimetsa majandamise keskus).

Samuti on Eesti rabad traditsiooniliselt marjade ja seente korjamise paikadeks. Kõige intensiivsemalt külastatakse rabasid sügishooajal septembrist novembrini jõhvivate korjamise ajal (Zelenkevitsi, Grummo, Sozinovi 2008). Paraku laudkatteta rabadel käimine tekitab sootaimede hävinemist, mis kaitsealadel on loodukaitse nõuete rikkumine. Pideva antropogeense mõju tõttu hävineb taimkate või paljastub turvas, mis toob endaga kaasa edasise taimkatte koosseisu muutumise (Zelenkevitsi, Grummo, Sozinovi 2008).

1.6. Räätsamatk

Paljud teejuhid pakuvad sooritada rabadel räätsamatku. Üheks võimaluseks rabas laugaste vahel liikumiseks on räätsad (Joonis 1)

Mõned allikad väidavad, et räätsade kulgemine rabas on keskkonnasõbralik ja praktiline. On teada, et räätsadega ei vaju läbi pehme ja märja rabapinnase, talvel hoiavad räätsad paksul lumekihil (Puhka Looduses). Samuti räätsad on suvisel perioodil parimaks vahendiks rabas liikumiseks (Visit Estonia). Räätsamatkad toimuvad terve aasta. Tavaliselt gruppi suurus räätsamatkal vereerub 8 kuni 30 osalejat (Puhka Looduses).



Joonis 1. Räätsad (Visit Estonia)

Kuna Eestis selline loodusturismi liik, nagu soomatkad, muutub üha populaarsemaks, siis kasvab antropogeenne koormus soode pinnasele.

2. UURINGUTE OSA

2.1. Materjali kogumise viis

Minu töö on üks osa Eesti Maaülikooli Elurikkuse ja loodusturismi õppetooli pikaajalisest raba ökoloogilise koormustaluvuse katsest. Minu uurimisülesanne oli mõõta erineva koormusega ja erineval viisil tallatud rabapinnasel tekkinud tallamisraja laiust.

Mõõtmised teostati varasemalt tallatud alal, olemasoleval katseskeemil 2017 aasta septembris-oktoobris

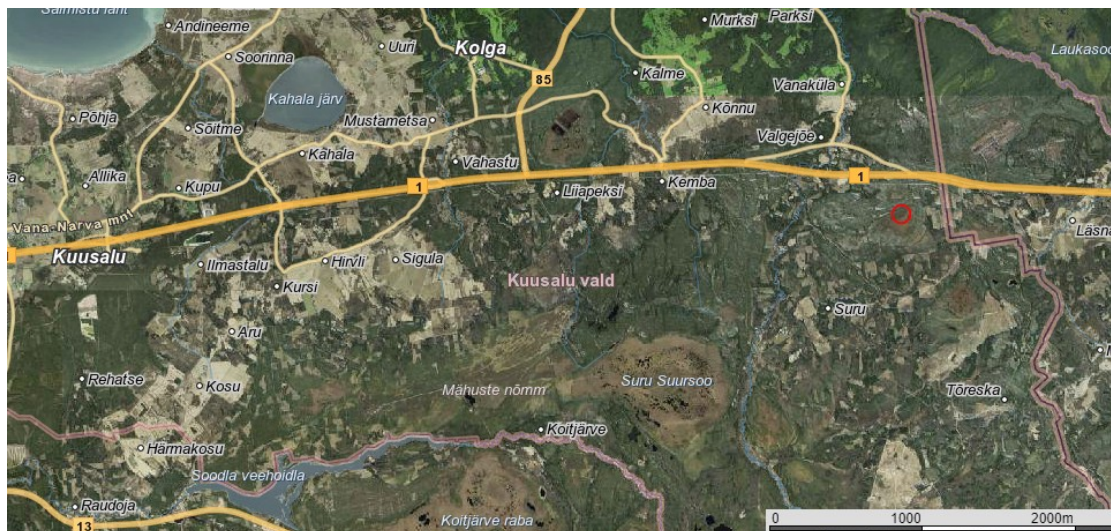
Valin materjali kogumise viisiks uuringu. Eelpoolnimetatud viisile lisaks kasutan materjali kogumiseks kirjeldavat meetodit, mis seisneb selles, et uurin ja analüüsin rekreatsiooni (loodusturismi) koormust raba (kõrgsoo) uuritava ala taimkattele.

2.2. Uuritav ala

Uuritavaks alaks on Kullisoo raba. Põhitähelepanu on osutatud soo erinevates piirkondades rikutud taimkatte analüüsile ja uuritava ala laiuse muutumisele antropogeense koormuse (taimkatte maha tallamise) tõttu rääsade või jalgsi tallamise erinevate taimekoosluste puhul.

Kaardil on näha (Joonis 2 ja 3) uuritava ala. Raba asukoht on: Kuusalu vald, Harjumaa. Katseala asub Kullisoo lääneservas. Katsealast põhja poole jääb Tallinn-Narva maantee ning lõunasse Kaitseväge Keskpõlvik.

Koordinaadid XY: 6591867.1, 603270.9



Joonis 2. Asukoht Kuusalu vallas (Maa-amet 2018)



Joonis 3. Asukoht maantee ääres (Maa-amet 2018)

2.3. Taimkatte jalgsi tallamise mõju määratlemise metoodika

2017.aasta juulis olid mõõdetud transektid Kullisoo raba katsealal, millel taimkatte muutumist arvestades paiknesid prooviruudud. Katse jaoks oli valitud kolm kooslust: puisraba, rohuraba

ja üleminek ühelt koosluselt teisele- puis-rohuraba. Pinnas on enamasti mättaline, lohkude, älveste ning älveste ja rabapeenardega.

Juulis toimus transektide ja ruutude märkimine, reeperite paigaldamine ja kõrgusmõõtmised.

Augusti lõpus toimus 10 päeva jooksul tallamine vastavalt katseskeemile. Igas taimekoosluses tallati räätsadega ja saabastega. Igas koosluses kasutati koormusi 8 x päevas, 16 x päevas ja 32 x päevas, räätsaga ja saabastega. Iga tallamistüübi ja koormuse jaoks oli 4 10m pikkust transekti, igal transektil paiknes 4 taimeruutu 0,5 x 0,5 m. Minu mõõtmised toimusid septembris ja oktoobrid 2017 ning ei olnud seotud taimeruutude asukohaga.

Mõõtsin igal transektil tallamisrajal kahe kõige laiema, kahe kõige kitsama ja ühe keskmise raja laiuse. Fikseerisin, millise soopinna vormiga on tegemist (mätas, mättanõlv, lohk, älves, madalam lohk).

	Transek				Pikkus			Pikkus(Pikkus(Pikkus(Pikkus(Pikkus(
Kuupäev	t	Kooslus	töötlus	kordus	(m)	Lai(sm)	Pind	m)	Lai(sm)	Pind	m)	Lai(sm)	Pind	m)	Lai(sm)	Pind	m)	Lai(sm)	Pind	Keskmine	min	max
30.09.20																						
17	1	mets	jalgsi	32	3,2	34	tasane	1,5	37	tasane	6,4	52	mätas	8,2	50	mätas	5,3	30	tasane	40,6	30	52
30.09.20																						
17	1	mets	jalgsi	16	13,5	32	tasane	14	40	lohk	16,3	55	tasane	18,7	60	mätas	19,5	39	mätas	45,2	32	60
30.09.20																						
17	1	mets	jalgsi	8	22,2	39	mätas	21,1	41	mätas	26,6	44	mätas	28,5	62	tasane	25,9	39	mätas	45	39	62

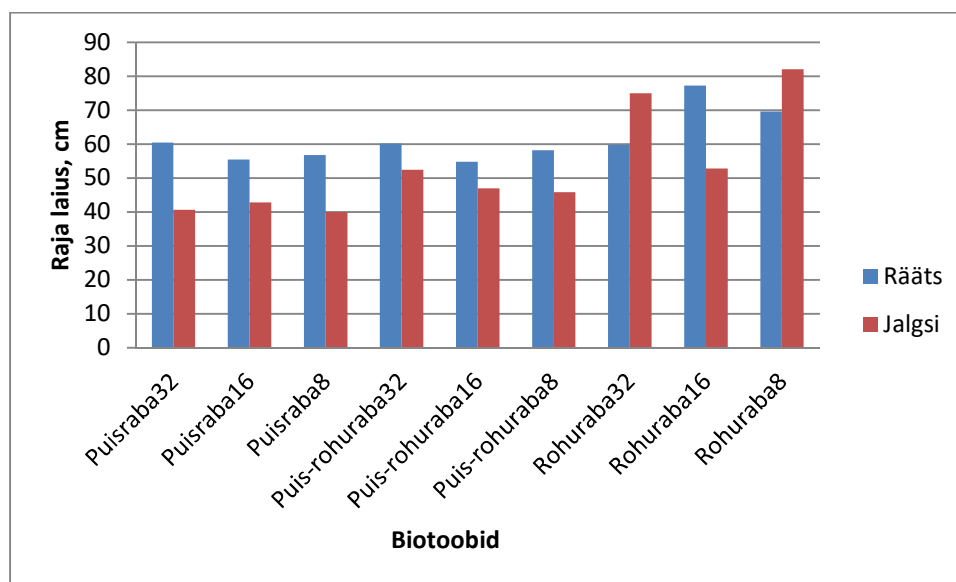
Joonis 4. Näide mõõtmistulemuste märkimisest.

Andmed kandsin tabelisse ning analüüsisin MS Exceli abil. Joonis 4 näitab kogutud andmed ning nende analüüs. Selles katses on tehud 5 mõõtmist-2 lai, 2 lühike ja 1 keskmine ühes transektil. Üks transekt võrdub 10 m.

3. TULEMUSED

3.1. Raja laius erineva tallamise korral

Räätsade koormuse all hävineb kõige enam turbasambla ja älvestega kaetud ala. Raja keskmine laius peale kümnepäevast räätsadega 16 korda läbimist oli 77,2 cm. See tähendab, et niiske pinnas on antropogeense koormuse poolt enamõjutatav, just räätsad mõjutavad tugevalt taimekoosluse seisukorda. Joonisel 4 on esitatud tulpdiagrammil võib vaadelda koormuse erinevusi räätsade kasutamisel ja jalgsi tallamisel. Turbasambla ja älvestega ala jalgsi tallamisel oli peale 8 radade keskmine läbimist raja laius 82 cm.



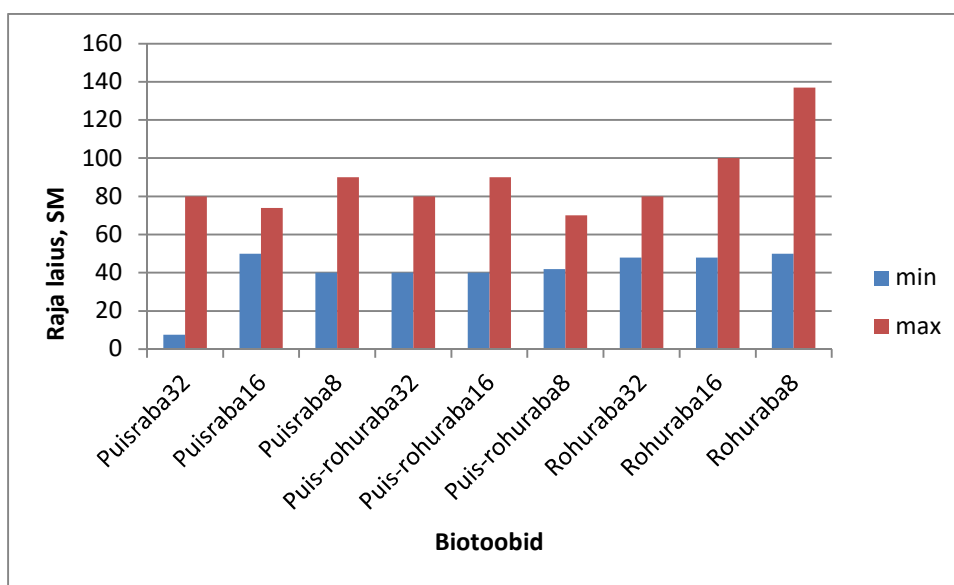
Joonis 5. Tallamisraja keskmine laius erinevates kooslustes erineva tallamiskoormuse korral räätsadega ja jalgsi.

Räätsadega käimise koormuse mõju puisraba kooslusele oli suurem, kui jalgsi liikumisel. Raja keskmine laius metsa koosluses peale 8 läbimist oli 58 sm, 16 läbimist oli 55,4 sm ja peale 32 läbimist – 60,4 sm.

Peale 8 korda jalgsi tallamist seal, kus pind oli enamasti ebatasane ja koosnes üle kogu territooriumi turbamättaist, kaetud sambla, rohu ja puhmastikuga oli raja laius 40 cm.

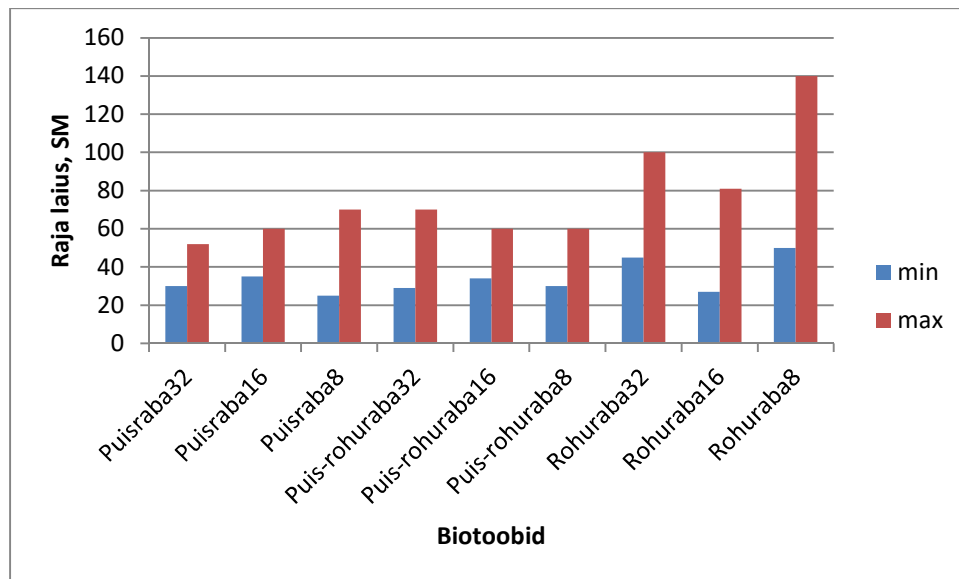
Samuti keskmine raja laius puis-rohurabas peale 8 läbimist oli 45,8 sm, 16 läbimist oli 47 sm ja peale 32 läbimist – 52,4 sm.

Rohurabas, kus esines ka älvelisi laiike, on suurema tallamiskoormusega transektidel räätsade raja. Laius väiksem kui jalgsi tallatud rajal.



Joonis 6. Räätsadega tallatud raja laius erinevates kooslustes erineva koormuse korral

Räätsadega tallamisel on rajad maastikul enamasti laiemad, kui jalgsi (Joonis 6 ja 7) samas koosluses kõndides. Kõige kitsam oli räätsadega 16 korda läbitud raja laius puis-rohurabas-40 sm, samasugune raja laius oli ka 32 läbimise puhul. Puisrabas oli raja minimaalne laius räätsaga läbides 40 cm peale 8 läbimist, jalgsi oli 21 cm.



Joonis 7. Jalgsi tallatud raja laius erinevates kooslustes erineva koormuse korral

Siiski väärrib märkimist, et metsaalal oli raja väikseim laius 25 cm. Maksimaalne raja laius oli 140 cm, erinevus on tingitud niiske pinnase – turbasambla ja älveste tõttu.



Joonis 8. Räätsadega tallatud (32 korda) rada rohurabas.



Joonis 9. Jalgsi tallatud rada rohurabas.

Tallamisjäljed on erinevad erineval viisil tallates, samuti erinevad nad kooslustes (joonis 8 ja 9). Räätsadega tallatud pinnas on ühtlane ja tasane, jalgsi tallatud pinnas on rohkem vagudena, turvas on sageli segamini pööratud saapa jälgedes.

4. ARUTELU

Tulemustest nähtub, et räätsade tekitatud antropogeense koormuse mõjul on rohkem kahjustunud märjemates kohtades ja älvestega ala: raja keskmine laius peale 16 läbimist oli maksimaalne, et tallamise alal olid ülekaalus älvelased lohud.

Joonistel 6 ja 7 saab vaadelda minimaalset ja maksimaalset raja erinevates kooslustes erinevate tallamiskoormuste ja tallamisviisidega. Igal tallamisel on rada laiem märjemates kohtades ning nii jalgsi kui ka räätsadega liikumine kahjustab raba pinnast. Räätsaga raia laius on ka enamasti laiem ja taimkate on ühtlaselt purustatud.

Puisrabas on tallamisest tingitud mõju kõige väiksem, radade laius selles koosluses peale 8 läbimist oli 40 sm, 16 läbimist oli 55,4 sm ja peale 32 läbimist – 60,4 sm .

Kokkuvõtteks võib öelda, et räätsadega ja jalaga liikumine kahjustab raba pinnast rohkem märjemates kohtades ja rohurabas ning selles koosluses on tallamisjäljed laiemad kui kuivemates kooslustes.

Kõige laiem tee laius- on tallatud jälaga –rohuraba märjemates kohtades, mis tallatud 8 korda, Kõige kitsam –tee laius- puisrabas kooslsses.

Tuginedes N. Zelenkevitsi, D.Grummo ja O. Sozinovi uurimistööle „Rekreatsioonikoormuse mõjust kõrgsoode taimestikule“ (2016) on soovituslikult orienteeruvad lubatud koormused kõrgsoode (rabade) taimestikule: turbasamblaga älved – 20 läbimist (0,2 in · t / ha), männi-puhmastiku-turbasambla kooslus - 60 läbimist (0,6 in · t /ha), puhmastiku- sambla- vähese metsaga rabapeenrad 80 (0,8 in · t/ha), mõõdukalt niisked rohu-turbasamblaalad 90 (0,9 in · t/ha).

Minu poolt teostatud uurimusest lähtuvalt võib orienteeruvalt pakkuda järgmisi lubatud koormusi rabataimestikule räätsadega läbimisel : puisraba - 8 läbimist, rohuraba -8 läbimist ja vahepealne kooslus - 8 läbimist. Et vältida soopinnase ja taimkatte väärtuse kahanemist, ei tasu rada koheselt kasutada lubatud piirväärtusel, arukam on koormust tasapisi kasvatada.

Enne rajale lubatud koormuse määramist peab arvesse võtma turismihooaja kestuse, külastajate sihtgrupid, turismi-rekreatsioonitegevuse liigid ja nende ökoloogilise järeltoime, gruppide arvu ja inimeste arvu gruppides (Tropa v garmonii s prirodoy...2007).

Soode taimekooslustele koormuse lubatud piirmäära määramisel peab arvestama rikutud taimekoosluste taastumisvõimet, mis sõltub taimede eluvormide kooslusest. On teada, et kõige enam on hävimisele allutatud rabeda kamaraga hüdrofiilsete turbasammalde kooslused. Siiski, sfagnumi juurdekasvu tõttu (7 –8 cm aastas) on sel võime taastuda. Ent peab arvesse võtma, et koormuse lõpetamise tingimusel kulub taastumiseks kaks aastat (Korol'kova, Shkurko 2016)

Tuleks vaadelda ökoloogilist aspekti, mis annaks võimaluse korrastada soolade külastatavust turismigruppide poolt, samuti määrata koormuse lubatavad piirmäärad, s.t. inimeste arvu grupis, mis takistaks degradeerumist ja fütotsönoosi täielikku hävimist teisalt vähendaks räätsade või jalgsi tallamise otsest mõju soopinnale (Tropa v garmonii s prirodoy...2007).

Antud uurimistöö annab Panuse soolade kasutuse planeerimisse ja loodusturismi ja looduskaitsemeetmete planeerimisel.

KOKKUVÕTE

Käesolev töö annab ülevaate soode kujunemisest, levikust, loodusväärtusest ja aja veermisest soos. Töö peamiseks uuringuobjektiks on Kullisoo raba ning rabapinnale avalduva rekreatsioonikoormuse mõju uurimine. Põhitähelepanu oli suunatud raba erinevate piirkondade taimkatte hävimise ja antropogeense koormuse mõjul (räätsadega ja jalgsi tallates) uuritavate alade laiuse muutumise analüüsile.

Viimasel ajal on Eesti sood muutunud populaarseteks rekreatsiooni ja ökoloogilise turismi objektideks. Sood meelitavad turiste ka lähiriikidest. Just sood pakuvad võimalust tutvuda puutumatu looduslike territooriumitega, võimalusi proovida midagi seikluslikku ja ekstreemset, samas unikaalset. Kahtlemata tärkab paljudel inimestel huvi looduse vastu, millega kaasneb ökoloogiline informeeritus.

Tulenevalt loetletud teguritest sattuvad soolad üha enam antropogeense mõju alla, millel omakorda on negatiivne mõju soode pealispinnale.

Töö hüpotees: räätsadega tallamine avaldab soopinnale samasugust mõju kui jalgsi tallamine, leidis kinnitust, enamuses kooslustes oli räätsadega tallamisel tekkinud rada kuni 20 cm laiem, kui jalgsi tallatud rada. Tallamise mõju oli suurem märjemates kooslustes.

Tuleks vaadelda ökoloogilist aspekti, mis annaks võimaluse korrastada soolade külastatavust turismigruppide poolt, samuti määrata koormuse lubatavad piirmäärad, s.t. inimeste arvu grupis, mis takistaks degradeerumist ja taimekoosluste täielikku hävimist teisalt vähendaks räätsade või jalgsi tallamise otsest mõju soopinnale.

Antud uurimuse tulemused võivad leida kasutamist rekreatsioonitsoonide projekteerimisel ja planeerimisel.

KASUTATUD KIRJANDUS

- **Boch M. S., Massing V. V.** (1979). Ekosistemy bolot SSSR. AKADEMIYA NAUK SSSR BOTANICHESKIY INSTITUT im. V. L. KOMAROVA. 177 s.
- Bukvareva E. (2010). Rol' nazemnykh ekosistem v regulirovanii klimata i meste Rossii v post-Kioto. Assotsiatsiya nauchnykh publikatsiy KMK. 97 s.
- KAITSTAVATE SOODE TEGEVUSKAVA. 2015. Keskkonnamenisteerium
https://www.envir.ee/sites/default/files/soode_tegevuskava.pdf (02.05.2018).
- **Kimmel, K.** (2015). Eesti sood. Tallinn: Varrak.
- Kliimanormid.–Riigi Ilmateenistus.
http://www.ilmateenistus.ee/kliima/kliimanormid/ohutemperatuur/#keskm_ohut (02.05.2018)
- Korol'kova Ye.O., Shkurko A.V. (2016). Ustoychivost' bolotnykh fitotsenozov Polistovskogo zapovednika k rekreatsionnomu vozdeystviyu. Rossiya, Moskva: Moskovskiy pedagogicheskiy gosudarstvennyy universitet.
- Kumari, E. (1965). Verkhniye bolota Estonii kak mesto obitaniya ptits. Kurmari Vtoroye izdaniye. Rossiyskiy ornitologicheskiy zhurnal 2017, tom 26, ekspress 1412: 839-845.
- **Liiber, Ü., Mander, Ü.** (2014). Üldmaateadus. Geograafia õpik kõrgkoolidele. Tartu: Tartu Ülikool. Loodus-ja tehnoloogiateaduskond. Ökoloogia ja maateaduste instituut. 223-300 lk.
- Looduslik mitmekesisus. Sood. (2014). Keskkonnaülevaade. – Keskkonnaagentuur. Lk. 148-150
http://www.keskkonnaagentuur.ee/failid/ky_2013_pt7.pdf (02.05.2018).
- **Paal, J., Leibak, E.** (2013). Eesti soode seisund ja kaitstus. Tartu.
https://issuu.com/elfond/docs/eesti_sood_seisund_ja_kaitstus. (02.05.2018)
- Pokhod po bolotam vdol' bolota Marimetsa. Visit Estonia.
<https://www.puhkaeestis.ee/et/raatsamatk-marimetsa-rabas> (17.05.2018)
- **Valk, U.** (2005). Eesti rabad: Ökoloogilise-metsanduslik uurimis. Tartu: Eesti põllumajandusülikool. Metsanduslik uurimisinstituut. Lk. 240-244
- Räätsamatkad Lõuna-Eesti rabadel. Puhka Looduses. <http://puhkalooduses.ee/matk/raatsamatkad-louna-eeesti-rabadel/> (02.05.2018)
- Sooturism. Eesti Märgalade Ühing <http://www.soo.ee/sooturism> (17.05.2018)
- Studlar, S. M. 1980. Trampling Effects on Bryophytes: Trail Surveys and Experiments. *The Bryologist*. American Bryological and Lichenological Society. pp. 301-313

http://www.jstor.org/stable/3242440?seq=1#page_scan_tab_contents (02.05.2018)

- Zelenkevitchi, N., Grummo D., Sozinovi O, Galanina O. (2016). Flora i rastitel'nost' verkhnikh bolot Belarusi. Minsk: StroyMediaProject. 244 s.
- Zelenkevitchi, N., Grummo D., Sozinovi O. (2008). Vliyaniye rekreatsionnoy nagruzki na rastitel'nost' verkhnikh sfagnovykh bolot. Minsk: Botanika: Nauchno-issledovatel'skaya / Natsional'naya akademiya nauk Belarusi, Institut eksperimental'nykh issledovaniy. botaniki. S. 45-53.
- Tropa v garmonii s prirodoy. Sbornik rossiyskogo i zarubezhnogo opyna po sozdaniyu ekologicheskikh trop. 2007. /Red. N.N. Butorina, S.V. Morgachev, YA.I.Orestov, V.P. Chizhova. M.: «R.Valent». Moskva. 176 s.
- Uchebnaya tropa Viruskogo bolota. **RIIGIMETSA MAJANDAMISE KESKUS (RMK)**
<https://www.loodusegakoos.ee/kuda-poiti/nacionalnqe-parki/nacionalnqi-park-lahemaa/3665>
(02.05.2018)
- Vodno-bolotnyye ugod'ya. Eestima Looduse Fond. <http://elfond.ee/chto-my-delaem/vodno-bolotnye-ugod-ya> (02.05.2018)
- Ökoloogiline roll. Eesti Märgalade Ühing <http://www.soo.ee/soo-okoloogiline-roll> (02.05.2018)

Carrying capacity of bog surface by trampling with bogshoes and by foot

SUMMARY

This work gives an overview of the formation, expansion, value of nature and timing in the formation of bogs. The main research object of the work is to study Kullisoo bog and the impact of the recreational load on the bog surface. The main attention was paid to the analysis of the change in the width of the trampled areas, affected by the destruction of the vegetation and the impact of anthropogenic stress (stamping by bogshoes and on foot) in different vegetation types of the bog.

Recently, the Estonian bogs have become popular recreational and ecological tourism objects. Bogs attract tourists from neighbouring countries. Bogs offer the opportunity to explore the wilderness areas, the possibilities to try something adventurous and extreme, yet unique. Undoubtedly, many people have an interest in nature, accompanied by ecological awareness.

Due to the listed factors, the bog areas are increasingly subject to anthropogenic impact, which in turn has a negative impact on the surface of bogs.

The hypothesis: bogshoes have the same effect on bog surface as regular trampling was confirmed in this work, as in all habitats the trail left by bogshoes was at least 20 cm wider than the trail left by regular trampling. Trampling effect was stronger in wetter habitats.

An ecological aspect should be considered, which would provide an opportunity to organize the attendance by groups of tourists, as well as to determine the permissible load limits, i.e. the number of people in a group that would prevent degradation and the complete destruction of plant communities, on the other hand, would reduce the direct impact of stamping out from bogshoes or walking on foot.

The results of this study can be implemented in the design and planning of recreation zones.